

## TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

## NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

United States Patent and Trademark  
Office  
(Box PCT)  
Crystal Plaza 2  
Washington, DC 20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année) 15 décembre 1998 (15.12.98)	
Demande internationale no PCT/FR98/00735	Référence du dossier du déposant ou du mandataire FO1002WO
Date du dépôt international (jour/mois/année) 10 avril 1998 (10.04.98)	Date de priorité (jour/mois/année) 14 avril 1997 (14.04.97)
Déposant BEN RACHED, Nidham etc	

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:

☒ dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

13 novembre 1998 (13.11.98)

☐ dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection ☒ a été faite

☐ n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse no de télécopieur: (41-22) 740.14.35	Fonctionnaire autorisé Peggy Steunenbergh no de téléphone: (41-22) 338.83.38
--	--

**This Page Blank (uspto)**

# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS PCT

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire <b>F01002W0</b>	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n° <b>PCT/FR 98/ 00735</b>	Date du dépôt international(jour/mois/année) <b>10/04/1998</b>	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) <b>14/04/1997</b>
Déposant  <b>NORTEL MATRA CELLULAR et al.</b>		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).
2. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).
3. ☐ La demande internationale contient la divulgation d'un listing de séquence de nucléotides ou d'acides aminés et la recherche internationale a été effectuée sur la base du listing de séquence
  - ☐ déposé avec la demande internationale
  - ☐ fourni par le déposant séparément de la demande internationale
    - ☐ sans être accompagnée d'une déclaration selon laquelle il n'inclut pas d'éléments allant au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle qu'elle a été déposée.
  - ☐ transcrit par l'administration
4. En ce qui concerne le titre, ☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.  
☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:
5. En ce qui concerne l'abrégé,
  - ☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant
  - ☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.
6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la suivante:  
Figure n° 1 ☒ suggérée par le déposant. ☐ Aucune des figures n'est à publier.  
☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.  
☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

This Page Blank (uspto)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 98/00735

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 6 H04B7/005 H04L25/03

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

**B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE**

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H04B H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

**C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS**

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 669 729 A (THOMSON CSF) 30 août 1995 * abrégé * voir page 2, ligne 1 - ligne 14 voir page 3, ligne 58 - page 5, ligne 1 voir page 8, ligne 53 - page 9, ligne 20 voir revendication 1; figure 1 ---	1
A	US 5 479 446 A (MOUROT CHRISTOPHE) 26 décembre 1995 * abrégé * voir colonne 2, ligne 20 - ligne 39 voir colonne 2, ligne 56 - colonne 4, ligne 32 voir figure UNIQUE --- -/--	1



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 septembre 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/09/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lopez Marquez, T

**This Page Blank (uspto)**

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 564 849 A (IBM) 13 octobre 1993</p> <p>* abrégé *</p> <p>voir page 6, ligne 19 - ligne 48</p> <p>voir revendication 1; figures 1,2</p> <p>-----</p>	1

This Page Blank (usp)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 98/00735

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP 0669729	A	30-08-1995	FR	2716761 A	01-09-1995
US 5479446	A	26-12-1995	FR	2696604 A	08-04-1994
			CA	2107816 A	08-04-1994
			EP	0592294 A	13-04-1994
			FI	934359 A	08-04-1994
			JP	6224791 A	12-08-1994
EP 0564849	A	13-10-1993	US	5432816 A	11-07-1995
			JP	2677750 B	17-11-1997
			JP	6061877 A	04-03-1994

**This Page Blank (uspto)**

Translation

INTERNATIONAL COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

6

Applicant's or agent's file reference FO1002WO	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR98/00735	International filing date ( <i>day/month/year</i> ) 10 April 1998 (10.04.1998)	Priority date ( <i>day/month/year</i> ) 14 April 1997 (14.04.1997)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04B 7/005		
Applicant NORTEL MATRA CELLULAR		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of _____ sheets.</p>
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input checked="" type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input checked="" type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>

Date of submission of the demand 13 November 1998 (13.11.1998)	Date of completion of this report 09 July 1999 (09.07.1999)
Name and mailing address of the IPEA/EP European Patent Office D-80298 Munich, Germany Facsimile No. 49-89-2399-4465	Authorized officer  Telephone No. 49-89-2399-0

This Page Blank (uspto)

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR98/00735

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1-18, as originally filed,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. 1-14, as originally filed,  
 Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/3-3/3, as originally filed,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
 sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

This Page Blank (uspto)

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/FR 98/00735

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

## 1. Statement

Novelty (N)	Claims	2-14	YES
	Claims	1	NO
Inventive step (IS)	Claims	4-6, 9-14	YES
	Claims	2-3, 7-8	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

## 2. Citations and explanations

## 1. The following documents are referred to herein:

D1: EP 0 669 729 A

D2: EP 0 665 665 A

D3: EP 0 564 849 A

Document D2 is not cited in the search report.

## 2. D1 discloses (page 3, line 58 to page 4, line 17) a method wherein a multichannel transmission path (in the terms of the present application; in D1, a channel consists of a plurality of paths) is estimated. The method requires the impulse response of the channels to be estimated and includes the following steps:

- acquiring a spatial statistic of the transmission path (page 4, line 8; page 5, lines 21-26), and
- establishing a corrected impulse response by weighting said impulse response estimates with said spatial statistic and an estimate of the additive noise of said channels (page 4, line 8).

Therefore, the subject matter of **claim 1** is not novel (PCT Article 33(2)).

**This Page Blank (uspto)**



3. The use, as the spatial statistic, of the correlation between pairs of transmission channels as well as the corresponding correlation matrix is part of the standard practice (cf. D2, formula 7, at the bottom of page 4).  
Therefore, the subject matter of **claims 2 and 3** is not inventive (PCT Article 33(3)).

4. D3 describes (figure 1; page 6, line 39; page 10, formula 14 and lines 14-16) a method for transmission channel estimation on the basis of a signal received by the channel, which received signal corresponds to a transmitted training sequence, characterised in that it comprises the steps of:

- acquiring a statistic of the transmission channel, and
- establishing a channel impulse response estimate weighted with said channel statistic by means of the received signal.

Therefore, the subject matter of **claim 7**, in so far as it is dependent on claim 1 or 2, is not inventive (PCT Article 33(3)).

5. D3 describes (figure 2; page 6, line 39; page 10, formula 14; page 11, lines 18-24; page 14, line 29) a method wherein the statistic corresponds to an estimate of the impulse response covariance (matrix P).  
Therefore, the subject matter of **claim 8** is not inventive (PCT Article 33(3)).

6. The subject matter of **claims 4, 6 and 9** relates to a transmission path estimation method characterised in

**This Page Blank (uspto)**

that it comprises:

(a) an estimation of the additive channel noise determined by normalising the energy of vector  $S-AC_1$ , where  $S$  represents the received symbols corresponding to the training sequence,  $A$  is a measurement matrix constructed from said training sequence, and  $C_1$  is an estimate of the impulse response of the first transmission channel of the transmission path;

(b) the corrected impulse response calculation formula indicated in claim 6, page 20, lines 6-9;

(c) the weighted estimate calculation formula indicated in claim 9, page 21, lines 5-9.

The prior art does not suggest the use of any of these three methods. Therefore, the subject matter of claims 4, 6 and 9 is novel and inventive.

7. **Claim 5** and **claims 10-14** are dependent on claim 4 and claim 9, respectively, and thus also comply, as such, with the requirements of novelty and inventive step of the PCT.

**This Page Blank (uspto)**

## VII. Certain defects in the international application

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

1. It appears that the following corrections should be made to the original French text:  
page 4, line 7: "symboles"  
page 15, line 15: "a priori"  
page 20, line 26: "caractérisé"
2. Contrary to the requirement of PCT Rule 5.1(a)(ii), the description does not indicate the relevant prior art disclosed in document D1, and does not cite this document.
3. The claims have not been drafted in two parts in accordance with PCT Rule 6.3(b).

**This Page Blank (uspto)**

## VIII. Certain observations on the international application

The following observations on the clarity of the claims, description, and drawings or on the question whether the claims are fully supported by the description, are made:

As the reference signs placed in the claims are intended solely to facilitate the understanding thereof (PCT Rule 6.2(b)), they cannot be used to restrict the scope of the claims. Therefore, the symbols  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_i$ ,  $C_j$ ,  $C_n$ ,  $N$ ,  $G$ ,  $G'$ ,  $N_0$ ,  $X_p$ ,  $\lambda'_i$ ,  $X'$ ,  $v'_i$  and  $S$  used in the formulae of the claims should have been defined in the claims.

Furthermore, it should have been indicated that  $1$  represents the identity matrix and that  $^h$  denotes the Hermitian transform operator on the matrices.

**This Page Blank (uspto)**



# TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

## PCT

REC'D 13 JUL 1999

WIPO PCT

### RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)



Référence du dossier du déposant ou du mandataire FO1002WO	<b>POUR SUITE A DONNER</b> voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR98/00735	Date du dépôt international (jour/mois/année) 10/04/1998	Date de priorité (jour/mois/année) 14/04/1997
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB H04B7/005		
Déposant NORTEL MATRA CELLULAR et al.		

1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.
2. Ce RAPPORT comprend 6 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.
  - ☐ Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).

Ces annexes comprennent feuilles.

3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:

- I ☒ Base du rapport
- II ☐ Priorité
- III ☐ Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- IV ☐ Absence d'unité de l'invention
- V ☒ Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- VI ☐ Certains documents cités
- VII ☒ Irrégularités dans la demande internationale
- VIII ☒ Observations relatives à la demande internationale

Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 13/11/1998	Date d'achèvement du présent rapport 09.07.99
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. (+49-89) 2399-0 Tx: 523656 epmu d Fax: (+49-89) 2399-4465	Fonctionnaire autorisé Bauer. F N° de téléphone (+49-89) 2399 2737 

This Page Blank (uspto)

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR98/00735

**I. Base du rapport**

1. Ce rapport a été rédigé sur la base des éléments ci-après (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées, dans le présent rapport, comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications.*) :

**Description, pages:**

1-18                      version initiale

**Revendications, N°:**

1-14                      version initiale

**Dessins, feuilles:**

1/3-3/3                      version initiale

2. Les modifications ont entraîné l'annulation :

- ☐ de la description,      pages :
- ☐ des revendications,    n°s :
- ☐ des dessins,            feuilles :

3. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

4. Observations complémentaires, le cas échéant :

**This Page Blank (uspto)**

**RAPPORT D'EXAMEN  
PRELIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR98/00735

**V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

**1. Déclaration**

Nouveauté	Oui : Revendications 2-14
	Non : Revendications 1
Activité inventive	Oui : Revendications 4-6.9-14
	Non : Revendications 2-3.7-8
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-14
	Non : Revendications

**2. Citations et explications**

**voir feuille séparée**

**VII. Irrégularités dans la demande internationale**

Les irrégularités suivantes, concernant la forme ou le contenu de la demande internationale, ont été constatées :

**voir feuille séparée**

**VIII. Observations relatives à la demande internationale**

Les observations suivantes sont faites au sujet de la clarté des revendications, de la description et des dessins et de la question de savoir si les revendications se fondent entièrement sur la description :

**voir feuille séparée**

**This Page Blank (uspto)**

**Concernant le point V**

**Déclaration motivée selon la règle 66.2(a)(ii) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**

1. Il est fait référence aux documents suivants:

D1: EP 0 669 729 A

D2: EP 0 665 665 A

D3: EP 0 564 849 A

Le document D2 n'a pas été cité dans le rapport de recherche.

2. D1, page 3 ligne 58 - page 4 ligne 17, expose un procédé incluant le sondage d'une voie de transmission formée de plusieurs canaux (au sens de la présente application. En effet, dans D1, un canal est composé de plusieurs voies), ce procédé nécessitant une estimation de la réponse impulsionnelle de ces canaux, et comprenant les étapes suivantes :
- acquisition d'une statistique spatiale de cette voie de transmission (page 4 ligne 8, page 5 lignes 21-26)
  - établissement d'une réponse impulsionnelle corrigée par pondération desdites estimations de réponses impulsionnelles au moyen de ladite statistique spatiale et d'une estimation du bruit additif desdits canaux (page 4 ligne 8).

L'objet de la **revendication 1** n'est donc pas nouveau (Article 33(2) PCT).

3. L'utilisation, comme statistique spatiale, de la corrélation des canaux de transmission pris deux à deux, ainsi que de la matrice de corrélation correspondante, est une technique courante (cf D2, formule numéro (7), au bas de la page 4).

L'objet des **revendications 2 et 3** n'est donc pas inventif (Article 33(3) PCT).

4. D3 (figure 1; page 6, ligne 39; page 10, formule 14 et lignes 14-16) décrit un procédé de sondage d'un canal de transmission à partir d'un signal reçu par ce canal, ce signal reçu correspondant à une séquence d'apprentissage émise,

This Page Blank (uspto)



caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- acquisition d'une statistique de ce canal de transmission
- établissement d'une estimation de la réponse impulsionnelle du dit canal pondérée par ladite statistique du canal au moyen du dit signal reçu.

L'objet de la **revendication 7** comme dépendant des revendications 1 ou 2 n'est donc pas inventif (Article 33(3) PCT).

5. D3 (figure 2; page 6, ligne 39; page 10, formule 14; page 11, lignes 18-24; page 14, ligne 29) montre un procédé, dans lequel la statistique correspond à une estimation de la covariance (matrice P) de la réponse impulsionnelle.

L'objet de la **revendication 8** n'est donc pas inventif (Article 33(3) PCT).

6. L'objet des **revendications 4, 6 et 9** porte sur un procédé de sondage d'une voie de transmission caractérisé respectivement par:

- a) une estimation du bruit additif du canal obtenue par normalisation de l'énergie du vecteur  $(S-AC_1)$ , S représentant les symboles reçus correspondant à la séquence d'apprentissage, A étant une matrice de mesure construite à partir de cette même séquence d'apprentissage et  $C_1$  une estimation de la réponse impulsionnelle du premier canal de transmission de la voie de transmission;
- b) la formule de calcul des réponses impulsionnelles corrigées indiquée à la revendication 6, page 20, lignes 6-9.
- c) la formule de calcul de l'estimation pondérée donnée dans la revendication 9, page 21, lignes 5-9.

L'état de la technique ne suggérerait d'utiliser aucun de ces trois procédés. L'objet des revendications 4, 6 et 9 est donc nouveau et inventif.

7. Les **revendications 5, respectivement 10-14** dépendent des revendications 4, respectivement 9 et satisfont donc également, en tant que telles, aux conditions requises par le PCT en ce qui concerne la nouveauté et l'activité inventive.

### **Concernant le point VII**

### **Irrégularités dans la demande internationale**

**This Page Blank (uspto)**

**RAPPORT D'EXAMEN**  
**PRELIMINAIRE INTERNATIONAL - FEUILLE SEPARÉE**

---

Demande internationale n° PCT/FR98/00735

1. Il semble qu'il faille lire:  
page 4, ligne 7 : "symboles"  
page 15, ligne 15 : "a priori"  
page 20, ligne 26 : "caractérisé".
2. Contrairement à ce qu'exige la règle 5.1 a) ii) PCT, la description n'indique pas l'état de la technique antérieure pertinent exposé dans le document D1 et ne cite pas ce document.
3. Les revendications ne sont pas rédigées en deux parties comme prévu par la règle 6.3b) PCT.

**Concernant le point VIII**

**Observations relatives à la demande internationale**

Les signes de référence placés dans les revendications étant uniquement destinés à en faciliter la compréhension (Règle 6.2b) PCT), ils ne peuvent être utilisés pour en limiter la portée. Ainsi, les symboles ( $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_i$ ,  $C_j$ ,  $C_n$ ,  $N$ ,  $G$ ,  $G'$ ,  $N_0$ ,  $X_p$ ,  $\lambda'_i$ ,  $X'$ ,  $v'_i$ ,  $S$ ) des formules des revendications auraient-ils dû être définis dans les revendications. D'autre part, il aurait fallu indiquer que  $I$  représente la matrice identité et que  $^h$  désigne l'opérateur de transformation hermitienne sur les matrices.

This Page Blank (uspis)



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : <b>H04B 7/005, H04L 25/03</b>	<b>A1</b>	(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 98/47240</b> (43) Date de publication internationale: 22 octobre 1998 (22.10.98)
(21) Numéro de la demande internationale: <b>PCT/FR98/00735</b> (22) Date de dépôt international: 10 avril 1998 (10.04.98) (30) Données relatives à la priorité: 97/04653                      14 avril 1997 (14.04.97) <b>FR</b> (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): <b>NORTEL MATRA CELLULAR [FR/FR]; 1, place des Frères Montgolfier, F-78042 Guyancourt Cedex (FR).</b> (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): <b>BEN RACHED, Nidham [TN/FR]; 32, rue Baron, F-75017 Paris (FR). DORNSTETTER, Jean-Louis [FR/FR]; 25, place Suzanne Lenglen, F-78370 Plaisir (FR).</b> (74) Mandataire: <b>RENAUD-GOUD, Thierry; Renaud-Goud Conseil, Le Tertre I, 5, rue Charles Duchesne, F-13851 Aix-en-Provence Cedex 3 (FR).</b>	(81) Etats désignés: <b>BR, CA, CN, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</b> Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.          Avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues.</i>	

(54) Title: SPACE-WEIGHTED COMMUNICATION PATH ESTIMATION

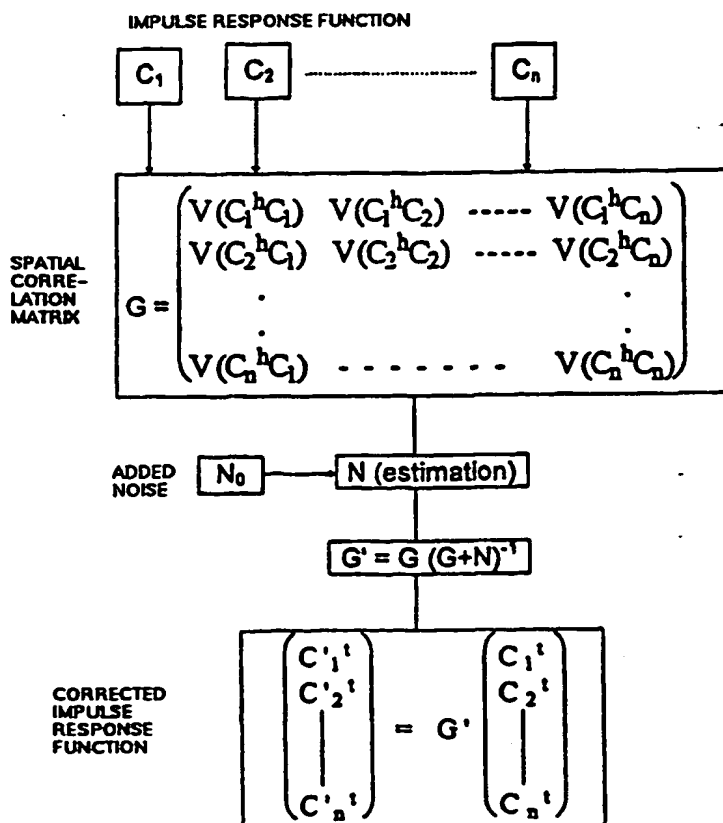
(54) Titre: SONDAGE A PONDERATION SPATIALE D'UNE VOIE DE TRANSMISSION

## (57) Abstract

The invention concerns a method for estimating a communication path formed by several channels. Said method requiring an estimation of the impulse response function ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) of said channels comprises the following steps: acquiring a spatial statistic of said communication path; establishing a corrected impulse response function ( $C'_1, C'_2, \dots, C'_n$ ) at least by weighting the pulse response functions ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) using the spatial statistic and an additive noise estimation ( $N_{01}, N_{02}, \dots, N_{0n}$ ) of these channels.

## (57) Abrégé

L'invention concerne un procédé de sondage d'une voie de transmission formée de plusieurs canaux. Ce procédé qui nécessite une estimation de la réponse impulsionnelle ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) de ces canaux comprend les étapes suivantes: acquisition d'une statistique spatiale de cette voie de transmission, établissement d'une réponse impulsionnelle corrigée ( $C'_1, C'_2, \dots, C'_n$ ) au moins par pondération des estimations de réponses impulsionnelles ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) au moyen de la statistique spatiale et d'une estimation du bruit additif ( $N_{01}, N_{02}, \dots, N_{0n}$ ) de ces canaux.



# **UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	B Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

Sondage à pondération spatiale d'une voie de transmission

La présente invention concerne un procédé de sondage d'une voie de transmission formée de plusieurs canaux. Il s'agit donc d'une technique connue sous le nom de diversité  
5 de réception, technique selon laquelle un récepteur comporte plusieurs antennes chacune associée à un canal de transmission distinct. En d'autres termes, l'invention propose une méthode d'estimation de la réponse impuls ionnelle de ces canaux de transmission.

10 En effet, dans un système de transmission, notamment par ondes radio, le récepteur reçoit pour chaque canal de transmission un signal émis par un émetteur. Le signal émis subit des fluctuations d'amplitude et de phase dans le canal de transmission, si bien que le signal reçu par le récepteur  
15 ne lui est pas identique. Les fluctuations du signal sont essentiellement dues à ce que l'homme de métier appelle l'interférence intersymbole. Cette interférence peut provenir de la loi de modulation employée pour la transmission et elle est également due à la propagation  
20 multi-trajets dans le canal.

Il se trouve que le signal reçu est généralement issu d'un grand nombre de réflexions dans le canal, les différents trajets empruntés par le signal émis conduisant ainsi à des retards variés au niveau du récepteur. La  
25 réponse impuls ionnelle du canal représente l'ensemble de ces fluctuations, auxquelles est soumis le signal émis. Il s'agit donc là de la caractéristique fondamentale représentant les transmissions entre l'émetteur et le récepteur.

30 La réponse impuls ionnelle du canal est utilisée notamment par un égaliseur qui a précisément pour fonction de corriger l'interférence intersymbole dans le récepteur. Une méthode classique pour réaliser une estimation de cette réponse impuls ionnelle consiste à disposer dans le signal  
35 émis une séquence d'apprentissage formée de symboles connus.

Cette séquence est choisie en fonction de la loi de modulation et de la dispersion du canal, dispersion devant s'entendre ici comme le retard d'un symbole émis empruntant le trajet le plus long du canal par rapport à ce même  
 5 symbole empruntant le trajet le plus court. La dispersion est couramment exprimée comme un multiple de la durée qui sépare deux symboles émis successifs, soit un nombre de "durée symbole".

A titre d'exemple, on citera deux techniques connues  
 10 d'estimation de la réponse impulsionnelle d'un canal de transmission.

La première technique fait appel à des séquences d'apprentissage particulières dites séquences CAZAC, pour l'expression anglo-saxonne "Constant Amplitude Zero  
 15 Autocorrelation". De telles séquences sont décrites dans l'article de A. MILEWSKI : "Periodic sequences with optimal properties for channel estimation and fast start-up equalization", IBM Journal of Research and Development, vol.27, N°5, Sept.83, pages 426-431.

20 Le système de radiocommunication cellulaire numérique GSM fait appel à des séquences d'apprentissage TS formées de 26 symboles notés  $a_0$  à  $a_{25}$  prenant la valeur +1 ou -1. Ces séquences possèdent les propriétés suivantes :

$$25 \quad \sum_{i=5}^{20} a_i^2 = 16$$

$$\sum_{i=5}^{20} a_i a_{i+k} = 0 \quad \text{si } 0 < |k| \leq 5$$

En notant  $d$  la dispersion du canal qui vaut 4 dans le cas du GSM, l'estimation de la réponse impulsionnelle prend  
 30 la forme d'un vecteur  $X$  à 5 composants notés  $x_0$  à  $x_4$ .

La séquence de symboles reçus  $S$  correspondant à la séquence d'apprentissage TS est formée elle aussi de 26 symboles notés  $s_0$  à  $s_{25}$ . On suppose naturellement ici que



l'émetteur et le récepteur sont parfaitement synchronisés et dans ce cas l'estimation de la réponse impulsionnelle  $X$  est donnée par l'expression suivante :

$$x_k = \frac{1}{16} \sum_{i=5}^{20} a_i s_{i+k} \quad \text{pour } 0 \leq k \leq 4$$

5 La technique CAZAC présente l'avantage d'une grande simplicité de mise en oeuvre. Cependant, on remarque que chaque composante de la réponse impulsionnelle est établie à partir de seulement 16 symboles reçus. Etant donné que la séquence d'apprentissage comprend 26 symboles et que la  
10 dispersion du canal vaut 4, il y a de l'information dans le signal reçu qui n'est pas prise en compte et cela conduit à une réduction des performances par rapport à l'idéal théorique.

La deuxième technique connue fait appel au critère des  
15 moindres carrés. Elle est décrite notamment dans les demandes de brevet FR 2 696 604 et EP 0 564 849. En matière de rappel, cette technique fait appel à une matrice de mesure  $A$  construite à partir de la séquence d'apprentissage  $TS$  de longueur  $n$ . Cette matrice comprend  $(n-d)$  lignes et  
20  $(d+1)$  colonnes,  $d$  représentant toujours la dispersion du canal. L'élément figurant à la  $i$ ème ligne et à la  $j$ ème colonne est le  $(d+i-j)$ ème symbole de la séquence d'apprentissage :

25

$$A = \begin{pmatrix} a_4 & a_3 & a_2 & a_1 & a_0 \\ a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & a_1 \\ a_6 & a_5 & a_4 & a_3 & a_2 \\ a_7 & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{25} & \dots & \dots & \dots & a_{21} \end{pmatrix}$$

La séquence d'apprentissage est choisie telle que la matrice  $A^t A$  soit inversible où l'opérateur  $.^t$  représente la transposition. C'est naturellement le cas pour les séquences CAZAC mais c'est également le cas pour d'autres séquences.

5 Dans la séquence de symboles reçus, on ne prend pas en compte les quatre premiers  $s_0$  à  $s_3$  car ceux-ci dépendent également de symbole inconnus émis avant la séquence d'apprentissage, étant donné que la dispersion du canal vaut 4. Par un abus de langage on définira donc dorénavant le  
10 signal reçu comme un vecteur  $S$  ayant pour composantes les symboles reçus,  $s_4, s_5, s_6, \dots, s_{25}$ .

Dès lors, l'estimation de la réponse impulsionnelle prend la forme suivante :

$$X = (A^t A)^{-1} A^t . S$$

15 Cette technique des moindres carrés est un peu plus complexe que la précédente mais il faut noter que la matrice  $(A^t A)^{-1} A^t$  est calculée une seule fois. On remarque ici que chacune des composantes de l'estimation de la réponse impulsionnelle  $X$  est établie à partir de 22 symboles reçus  
20 et non pas de 16 comme dans le cas de la technique CAZAC. On doit donc s'attendre à une amélioration des performances.

Cependant, quelle que soit la technique utilisée, les réponses impulsionnelles de chacun des canaux de la voie de transmission sont considérées comme indépendantes.

25 La présente invention a ainsi pour premier objet un procédé de sondage d'une voie de transmission qui prend en compte le fait que les différentes antennes sont spatialement liées.

Selon l'invention, le procédé de sondage d'une voie de  
30 transmission s'applique lorsque cette voie est formée de plusieurs canaux et il nécessite une estimation de la réponse impulsionnelle  $C_1, C_2, \dots, C_n$  de ces canaux. Le procédé comprend les étapes suivantes :

- acquisition d'une statistique spatiale de cette voie de  
35 transmission,

- établissement d'une réponse impulsionnelle corrigée au moins par pondération de ces estimations de réponses impulsionnelles au moyen de cette statistique spatiale et d'une estimation du bruit additif de ces canaux.

5           Avantageusement, cette statistique spatiale correspond à une estimation de la corrélation des canaux de transmission pris deux à deux.

          Suivant un mode de réalisation préférentiel, cette estimation de la corrélation des canaux de transmission  
10 prend la forme d'une matrice de corrélation spatiale ainsi définie que l'élément figurant à la ième ligne et à la jème colonne soit obtenu par lissage du produit de la transposée hermitienne de la réponse impulsionnelle estimée du ième canal et de la réponse impulsionnelle estimée du jème  
15 canal.

          Selon une caractéristique additionnelle, un signal reçu S par un premier canal correspondant à une séquence d'apprentissage émise, en notant A la matrice de mesure associée à cette séquence d'apprentissage, l'estimation du  
20 bruit additif  $N_{01}$  de ce canal est obtenue par normalisation de l'énergie du vecteur  $(S - AC_1)$ .

          On peut prévoir que cette normalisation soit suivie d'une étape de moyennage.

          De plus, une matrice de bruit N étant formée à partir  
25 de l'estimation du bruit additif  $N_{01}, N_{02}, \dots, N_{0n}$  des canaux, une matrice de pondération spatiale G' étant ainsi définie à partir de la matrice de corrélation spatiale G et de la matrice de bruit :

$$G' = G (G + N)^{-1},$$

30 les réponses impulsionnelles corrigées  $C'_1, C'_2, \dots, C'_n$  sont obtenues par l'expression suivante :

$$\begin{pmatrix} c_1^t \\ c_2^t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ c_n^t \end{pmatrix} = G' \begin{pmatrix} c_1^t \\ c_2^t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ c_n^t \end{pmatrix}$$

Le procédé de sondage d'une voie de transmission est donc mis en oeuvre à partir de l'estimation de la réponse impulsionnelle des différents canaux considérés comme autant  
5 de canaux indépendants. Or les erreurs d'estimation sont inévitables. De manière générale, la détermination de la réponse impulsionnelle d'un canal de transmission unique est un problème qui ne peut être résolu de façon exacte en présence de bruit additif. De plus les techniques  
10 antérieures font l'hypothèse implicite que cette réponse impulsionnelle peut prendre une forme quelconque.

La présente invention a ainsi pour deuxième objet une méthode d'estimation de la réponse impulsionnelle d'un canal de transmission qui présente une meilleure résistance au  
15 bruit additif ou, autrement dit, qui mène à une erreur réduite comparée à l'erreur d'estimation des techniques connues. Cette méthode sera avantageusement appliquée pour l'un au moins des canaux formant la voie de transmission avant l'établissement des réponses impulsionnelles corrigées  
20 par pondération au moyen de la statistique spatiale et d'une estimation du bruit additif de ces canaux.

Selon l'invention, cette méthode nécessite un signal reçu par un canal, ce signal reçu correspondant à une séquence d'apprentissage émise. La méthode comprend les  
25 étapes suivantes :

- acquisition d'une statistique temporelle de ce canal de transmission,
- établissement de l'estimation de la réponse impulsionnelle de ce canal, cette estimation étant pondérée par la  
30 statistique temporelle du canal au moyen du signal reçu.

La statistique temporelle du canal représente une valeur de la réponse impulsionnelle antérieure à l'acquisition du signal reçu. La susdite pondération introduit le fait que la réponse impulsionnelle afférente au signal reçu a une valeur probablement plus proche de cette valeur antérieure qu'une valeur qui en serait très éloignée. Ainsi, statistiquement, l'erreur d'estimation est diminuée.

Avantageusement, cette statistique correspond à une estimation de la covariance de cette réponse impulsionnelle.

10 Selon une première variante du procédé, celui-ci comprend les étapes suivantes :

- lissage de la réponse impulsionnelle et orthonormalisation au moyen d'une matrice de transformation W pour obtenir l'estimation de la covariance qui prend alors la forme d'une

15 matrice L',

- recherche des vecteurs propres  $v_i'$  et valeurs propres  $\lambda_i'$  associées de cette matrice L',

- estimation de la réponse impulsionnelle instantanée du canal à partir du signal reçu et application de cette

20 matrice de transformation W pour former un vecteur X',

l'établissement de l'estimation pondérée  $X_p$  étant ainsi réalisée :

$$X_p = \sum \left( \frac{\lambda_i' - N_0}{\lambda_i'} (v_i' h \cdot X') \right) W v_i' h$$

25 où  $N_0$  est un nombre réel strictement positif représentant le bruit additif du canal.

On peut ici prévoir que le bruit additif soit choisi égal à la plus petite des valeurs propres  $\lambda_i'$ .

Lorsqu'un sous-ensemble de ces valeurs propres  $\lambda_i'$  présente une contribution inférieure à un seuil prédéterminé, on peut également prévoir que chacune de ces valeurs propres soit forcée à la valeur du bruit additif.

La complexité s'en trouve réduite d'autant.

Selon une seconde variante du procédé, l'estimation de la covariance prenant la forme d'une matrice R, en notant A

la matrice de mesure associée à la séquence d'apprentissage, l'établissement de l'estimation pondérée est ainsi réalisé :

$$X_p = (A^t A + N_0 R^{-1})^{-1} A^t . s$$

où  $N_0$  est un réel strictement positif représentant le bruit additif du canal.

Par ailleurs, il est possible d'effectuer une étape d'orthonormalisation de la matrice  $R$  au moyen d'une matrice de transformation  $W$  pour obtenir une nouvelle matrice  $R'$ , l'estimation pondérée prenant alors la nouvelle forme suivante :

$$X_p = W^t (I + N_0 R'^{-1})^{-1} W^t A^t . s$$

où la matrice  $A'$  est égale au produit de la matrice de transformation  $W$  et de la matrice de mesure  $A$ .

Avantageusement, l'expression  $(I + N_0 R'^{-1})^{-1}$  est calculée au moyen du lemme d'inversion matricielle.

La présente invention apparaîtra maintenant de manière plus détaillée dans le cadre de la description qui suit où sont proposés des exemples de mise en oeuvre à titre illustratif, ceci en référence aux figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un diagramme identifiant les principales étapes d'un mode de mise en oeuvre du procédé de sondage d'une voie de transmission selon l'invention,
- la figure 2, une première variante d'estimation de la réponse impulsionnelle d'un canal selon l'invention,
- la figure 3, une deuxième variante d'estimation de la réponse impulsionnelle d'un canal selon l'invention.

L'invention sera présentée dans son application au GSM car ce système a le mérite d'être bien connu de l'homme du métier. Il s'agit donc là d'une présentation adoptée dans un souci de clarté mais il ne faut y voir en aucun cas une limitation de l'invention à ce seul système.

En référence à la figure 1, le procédé de sondage d'une voie de transmission s'applique lorsque cette voie comporte au moins deux canaux de transmission,  $n$  canaux dans le cas général. Les canaux correspondent chacun à une

antenne distincte. On considère donc que chaque canal a fait l'objet d'une estimation de sa réponse impulsionnelle respective  $C_1, C_2, \dots, C_n$  selon l'une quelconque des techniques disponibles.

- 5 En premier lieu le procédé prévoit l'acquisition d'une statistique spatiale de cette voie de transmission. Par statistique spatiale on entend un ensemble de données reflétant le comportement de cette voie sur une période prédéterminée que l'on conviendra d'appeler période de
- 10 corrélation. En effet, les différentes antennes étant fixes, les signaux reçus sur ces antennes présentent un certain degré de corrélation. L'invention entend précisément tirer parti de ce fait pour améliorer la qualité d'estimation de la réponse impulsionnelle de l'un des canaux au moins. A
- 15 titre d'exemple, une telle statistique peut être obtenue au moyen d'une matrice de corrélation spatiale  $G$  :

$$G = \begin{pmatrix} v(c_1^h c_1) & v(c_1^h c_2) & \dots & v(c_1^h c_n) \\ v(c_2^h c_1) & v(c_2^h c_2) & \dots & v(c_2^h c_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v(c_n^h c_1) & v(c_n^h c_2) & \dots & v(c_n^h c_n) \end{pmatrix}$$

où l'opérateur  $.^h$  représente la transposition hermitienne.

- 20 Cette matrice  $G$  carrée de dimension  $(n,n)$  peut ainsi être représentée de manière générique par l'élément  $g_{ij}$  figurant à la  $i$ ème ligne et à la  $j$ ème colonne :

$$g_{ij} = v(c_i^h c_j)$$

- Cet élément  $g_{ij}$  est obtenu par lissage du produit  $c_i^h c_j$
- 25 au moyen des réponses impulsionnelles estimées  $C_i, C_j$  des  $i$ ème et  $j$ ème canaux obtenues durant la période de corrélation. Ce lissage est une estimation de la corrélation de ces deux canaux.

On entend ici lissage dans un sens très général, c'est-à-dire toute opération permettant de lisser ou de moyenner le produit  $C_i^h C_j$  sur la période de corrélation.

Un premier exemple de lissage consiste à faire la  
5 moyenne de ce produit sur cette période supposée comprendre e estimations successives de chacune des réponses impulsionnelles  $C_1, C_2, \dots, C_n$  :

$$v(C_i^h C_j) = \frac{1}{e} \sum_1^e C_i^h C_j$$

10 Un deuxième exemple de lissage consiste à actualiser, à la pième estimation reçue pour chacun des ième et jième canaux, l'expression de lissage  $v_{p-1}(C_i^h C_j)$  obtenue à la (p - 1)ième estimation au moyen d'un coefficient multiplicatif  $\alpha$ , ce coefficient compris entre 0 et 1 étant  
15 souvent connu sous le nom de facteur d'oubli de lissage :

$$v_p(C_i^h C_j) = \alpha C_i^h C_j + (1-\alpha) v_{p-1}(C_i^h C_j)$$

L'initialisation peut se faire par tous moyens, notamment au moyen de la première estimation obtenue ou bien par une moyenne obtenue comme dans le premier exemple pour  
20 les premières estimations reçues.

Le procédé de sondage propose ensuite de réaliser une estimation du bruit additif  $N_{01}, N_{02}, \dots, N_{0n}$  présent dans chacun des canaux au moyen des estimations des réponses impulsionnelles respectives  $C_1, C_2, \dots, C_n$  de ces canaux.

25 Il sera proposé différentes solutions pour mener à bien cette estimation du bruit et on traitera le cas d'un seul canal, le premier par exemple, étant donné que les mêmes solutions s'appliquent à chacun des canaux.

Une solution simple consiste à affecter  $N_{01}$  d'une  
30 valeur prédéterminée qui reflète un seuil en dessous duquel il est peu probable que le bruit additif puisse descendre. Cette valeur pourrait être déterminée par une mesure de



rapport signal à bruit, ou par les performances du récepteur, ceci à titre d'exemple.

Par ailleurs, l'estimation du bruit  $N_{01}$  peut être obtenue au moyen de l'estimation de la réponse  
5 impuls ionnelle  $C_1$  du premier canal et du signal reçu correspondant  $S$ . Cette estimation du bruit a donc pu être réalisée avant la mise en oeuvre du procédé de sondage à pondération spatiale selon quelque technique que ce soit. Toutefois, si ce n'était pas le cas, on propose ici une  
10 méthode appropriée lorsque l'estimation de la réponse impuls ionnelle  $C_1$  est acquise selon la technique des moindres carrés.

Il s'agit donc d'estimer directement le bruit additif à partir du signal reçu  $S$  et de la matrice de mesure  $A$ . En  
15 effet, en notant  $N_1$  le vecteur bruit affectant le signal reçu, il vient que :

$$S = AC_1 + N_1$$

Compte tenu du fait que les vecteurs  $S$  et  $N_1$  ont 22 composantes, l'estimation du bruit  $N_{01}$  prend la forme  
20 suivante :

$$N_{01} = \left(\frac{1}{22}\right) (S - AC_1)^h (S - AC_1)$$

Naturellement cette estimation du bruit additif  $N_{01}$  peut être moyennée ou lissée.

A partir des estimations du bruit additif des  
25 différents canaux  $N_{01}$ ,  $N_{02}$ , ...,  $N_{0n}$ , on construit une matrice de bruit  $N$  dont l'élément figurant à la  $i$ ème ligne et à la  $j$ ème colonne est noté  $n_{ij}$ .

Lorsque  $i$  est égal à  $j$ , cet élément  $n_{ij}$  prend la valeur du bruit estimé  $N_{0i}$ .

30 Lorsque  $i$  et  $j$  sont différents, l'élément  $n_{ij}$  est nul.

Par ailleurs, toujours dans un souci de simplification, il est possible de calculer la valeur moyenne  $N_0$  des bruits estimés  $N_{01}$ ,  $N_{02}$ , ...,  $N_{0n}$  et de forcer chacun des éléments  $n_{ij}$  de la diagonale de cette  
35 matrice  $N$  à cette valeur moyenne  $N_0$ . En notant  $I$  la matrice

identité, il s'ensuit que la matrice de bruit  $N$  prend la forme suivante :

$$N = N_0 I$$

La matrice de corrélation  $G$  et la matrice de bruit  $N$  permettent de définir une nouvelle matrice, la matrice de pondération spatiale  $G'$  :

$$G' = G(G + N)^{-1}$$

Les réponses impulsionnelles corrigées  $C'_1, C'_2, \dots, C'_n$  au moyen de cette matrice de pondération spatiale  $G'$  sont ainsi définies :

$$\begin{pmatrix} C'_1{}^t \\ C'_2{}^t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ C'_n{}^t \end{pmatrix} = G' \begin{pmatrix} C_1{}^t \\ C_2{}^t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ C_n{}^t \end{pmatrix}$$

où l'opérateur  $.^t$  représente toujours la transposition.

L'une au moins des réponses impulsionnelles corrigées  $C'_1$  est utilisée à la place de l'estimation de la réponse impulsionnelle  $C_1$  dans le récepteur.

A titre optionnel, l'invention permet également d'améliorer l'estimation de la réponse impulsionnelle  $C_1, C_2, \dots, C_n$  de chacun des canaux, ceci avant la mise en oeuvre du procédé de sondage à pondération spatiale d'une voie de transmission, c'est-à-dire avant l'établissement de la ou des réponses impulsionnelles corrigées  $C'_1, C'_2, \dots, C'_n$ .

On prévoit ainsi l'acquisition d'une statistique temporelle pour l'un au moins de ces canaux, le premier par exemple. Par statistique temporelle, on entend un ensemble de données reflétant le comportement de ce canal considéré indépendamment des autres canaux sur une période prédéterminée que l'on conviendra d'appeler période d'analyse. Il s'agit donc d'une représentation du comportement moyen du canal pendant la période d'analyse.

Cette statistique peut être établie par quelque moyen que ce soit et en quelque lieu que ce soit. En effet, l'établissement de la statistique peut prendre place dans un équipement quelconque du réseau de radiocommunication. Ce  
 5 qui importe c'est que le récepteur puisse acquérir cette statistique.

A titre d'exemple, une telle statistique temporelle peut être obtenue de la manière suivante.

Au moyen du signal reçu  $S$  pendant la période  
 10 d'analyse, on calcule une estimation  $X$  de la réponse impulsionnelle selon une méthode connue.

Si l'on retient la technique des moindres carrés cette estimation  $X$  vaut :

$$X = (A^t A)^{-1} A^t \cdot S \quad (1)$$

15 On rappelle ici que l'émetteur et le récepteur sont supposés synchronisés à mieux que un demi-symbole près, auquel cas le signal de réception est formé par le vecteur  $S$  dont les composantes sont les symboles reçus  $s_4$  à  $s_{25}$  synchrones des symboles  $a_4$  à  $a_{25}$  de la séquence  
 20 d'apprentissage  $TS$ . Si une telle synchronisation n'était pas acquise, plusieurs solutions sont disponibles pour l'acquérir et on en citera deux à titre d'exemple.

La première solution consiste à décaler le signal reçu en avance ou en retard de  $j$  périodes symboles de sorte que  
 25  $S_j^t = (s_{4-j}, s_{5-j}, s_{6-j}, \dots, s_{25-j})$ .

On calcule alors l'estimation  $X_j$  pour chacun des vecteurs  $S_j$  et on retient la valeur  $j_M$  pour laquelle  $X_j^h \cdot X_j$  est maximal. Cette valeur  $j_M$  donne la synchronisation escomptée et il suffit de remplacer le vecteur  $S$  dans  
 30 l'équation (1) par le vecteur  $S_{j_M}$ .

La deuxième solution consiste à augmenter artificiellement la dispersion  $d$  du canal d'une quantité  $2q$  prédéterminée. On peut alors définir une matrice de mesure modifiée  $A_m$  comprenant  $(n-d-2q)$  lignes et  $(d+2q+1)$  colonnes.  
 35 En reprenant les valeurs 26 et 4 respectivement pour  $n$  et  $d$  :

$$A_m = \begin{pmatrix} a_4 + 2q \dots a_4 & a_3 & a_2 & a_1 & a_0 \\ a_5 + 2q \dots a_5 & a_4 & a_3 & a_2 & a_1 \\ a_6 + 2q \dots a_6 & a_5 & a_4 & a_3 & a_2 \\ a_7 + 2q \dots & & & & \\ \dots & & & & \\ \dots & & & & \\ a_{25} \dots & \dots & a_{21} - 2q \end{pmatrix}$$

Il faut alors réduire le nombre de composantes du signal reçu  $S$  de cette même quantité  $2q$  et on peut convenir de retenir le vecteur  $S_m$  modifié :

$$S_m^t = (s'_{4+q}, s'_{5+q}, \dots, s'_{25-q})$$

On obtient ainsi une estimation modifiée  $X_m$  :

$$X_m = (A_m^t A_m) A_m^t \cdot S_m$$

Cette estimation modifiée  $X_m$  comporte  $d+2q+1$  composantes :

$$X_m^t = (x_{-q}, \dots, x_0, x_1, \dots, x_4, \dots, x_{4+q})$$

On recherche alors la valeur  $j_M$  de  $j$  comprise entre  $-q$  et  $+q$  qui maximise l'expression suivante :

$$\sum_{k=0}^4 x_j^* + k x_j + k$$

où l'opérateur  $.*$  représente la conjugaison complexe.

Cette valeur  $j_M$  détermine l'estimation  $X$  de la réponse impulsionnelle pour une dispersion  $d=4$  :

$$X^t = (x_{j_M}, x_{j_M+1}, \dots, x_{j_M+4})$$

La synchronisation s'en déduit immédiatement en appliquant le décalage  $j_M$  au signal reçu  $S$ .

On peut dès lors appliquer à nouveau l'équation (1).

On construit maintenant une matrice de lissage  $L$  par lissage des différentes estimations  $X$  obtenues pendant la période d'analyse pour obtenir une estimation de la

covariance associée à cette réponse impulsionnelle. On entend ici lissage dans un sens très général, c'est-à-dire toute opération permettant de lisser ou de moyenner la réponse impulsionnelle sur la période d'analyse. On obtient  
 5 ainsi une représentation statistique du comportement du canal de transmission. Ce lissage peut être obtenu notamment par l'une des deux méthodes proposées ci-dessus, l'expression la plus simple de cette matrice de lissage  $L$  étant la suivante :

$$10 \quad L = \frac{1}{m} \sum_{I=1}^m \mathbf{x} \mathbf{x}^h$$

où  $m$  correspond au nombre de séquences d'apprentissage sur lequel est calculé le lissage.

On admet ici que cette matrice de lissage peut être approchée par l'équation suivante :

$$15 \quad L \simeq (\mathbf{A}^t \mathbf{A})^{-1} \mathbf{N}_0 + \mathbf{R} \quad (2)$$

où  $\mathbf{N}_0$  représente toujours le bruit présent dans le canal de transmission ou bruit additif et où  $\mathbf{R}$  est une matrice que l'on a coutume d'appeler statistique a priori du canal car elle représente le comportement du canal  
 20 abstraction faite du bruit.

On admet également que la matrice de mesure  $\mathbf{A}$  est bien conditionnée, c'est-à-dire que les valeurs propres de la matrice  $\mathbf{A}^t \mathbf{A}$  sont très proches les unes des autres. Dans ce cas, il est intéressant de procéder à l'orthonormalisation  
 25 des vecteurs constitués par les lignes de la matrice de mesure  $\mathbf{A}$ , mais il ne faut pas voir là une limitation de l'invention.

Pour ce faire, on emploie une matrice de transformation  $\mathbf{W}$  telle que :

$$30 \quad \mathbf{A}' = \mathbf{A} \mathbf{W} \text{ et } \mathbf{A}'^t \mathbf{A}' = \mathbf{I}$$

où  $\mathbf{I}$  représente la matrice identité.

En notant  $\mathbf{L}'$  la matrice ainsi définie :

$$\mathbf{L} = \mathbf{W} \mathbf{L}' \mathbf{W}^t,$$

il vient que l'équation (2) peut maintenant s'écrire :

$$35 \quad \mathbf{L}' \simeq \mathbf{N}_0 \mathbf{I} + \mathbf{R}' \quad (3)$$

Selon une première variante représentée à la figure 2, on remarque que les vecteurs propres  $v_i'$  de  $L'$  et  $v_i$  de  $R'$  sont identiques tandis que les valeurs propres  $\lambda_i'$  de  $L'$  et  $\lambda_i$  de  $R'$  sont décalées de  $N_0$ . Soit en prenant toujours la même valeur de 4 pour la dispersion du canal, pour tout  $i$  compris entre 0 et 4 :

$$v_i' = v_i$$

$$\lambda_i' = \lambda_i + N_0$$

Il apparaît ainsi que la détermination des vecteurs propres et valeurs propres de  $R'$  et celle de  $L'$  sont identiques sous réserve que  $N_0$  soit connu.

L'étape d'estimation du bruit sera décrite plus loin pour rendre l'exposé plus clair, bien que cette étape précède celle qui va maintenant être explicitée.

Il convient donc maintenant de rechercher les couples valeur-propre/vecteur-propre pour l'une ou l'autre des matrices  $L'$  ou  $R'$ . Cette étape ne sera pas plus détaillée car bien connue de l'homme du métier. Par ailleurs, il va sans dire que l'on peut annuler les valeurs propres dont la contribution est jugée non significative. Par exemple, si ces valeurs propres sont classées par ordre décroissant, on supprime les dernières qui sont telles que leur somme soit inférieure à un seuil prédéterminé.

L'étape suivante consiste à estimer la réponse impulsionnelle instantanée  $X$  établie selon l'une quelconque des techniques connues à partir du signal reçu correspondant à la dernière séquence d'apprentissage reçue. En notant  $X = WX'$ , cette dernière estimation est pondérée par la méthode suivante pour obtenir une pondération temporelle  $X_p$  de la réponse impulsionnelle instantanée :

$$X_p = \sum_{i=0}^4 \left( \frac{\lambda_i}{\lambda_i + N_0} (v_i^h X') \right) W v_i$$

$$X_p = \sum_{i=0}^4 \left( \frac{\lambda_i' - N_0}{\lambda_i'} (v_i^h X') \right) W v_i$$

Pour obtenir la pondération  $X_p$  il faut donc estimer le bruit additif  $N_0$ .

Cette estimation du bruit peut être effectuée notamment selon l'une des méthodes exposées plus haut.

- 5 Une autre possibilité consiste à considérer que la dernière valeur propre, (la plus faible) de la matrice de lissage  $L$  est égale à  $N_0$  :

$$\lambda_4' = N_0 \text{ ou } \lambda_4 = 0.$$

- 10 Quelle que soit la méthode retenue, la pondération temporelle  $X_p$  de l'estimation de la réponse impulsionnelle instantanée peut alors être réalisée comme mentionné ci-dessus.

Selon une seconde variante représentée à la figure 3, on établit l'estimation pondérée  $X_p$  directement comme suit :

15 
$$X_p = (A^t A + N_0 R^{-1})^{-1} A^t . S$$

ou bien en reprenant la matrice de transformation  $W$  définie ci-dessus :

$$X_p = W (I + N_0 R'^{-1})^{-1} W^t A^t . S \quad (4)$$

Conformément à l'équation (3) :

20 
$$R' = L' - N_0 I$$

Il convient là aussi d'estimer le bruit additif  $N_0$ .

Une solution avantageuse pour obtenir la pondération temporelle  $X_p$  consiste à adopter la méthode suivante.

On divise la matrice  $R'$  par  $N_0$  :

25 
$$B = \frac{R'}{N_0}$$

Il s'ensuit que :

$$I + N_0 R'^{-1} = I + B^{-1}$$

On utilise le lemme d'inversion matricielle pour calculer la matrice de pondération  $P = (I + B^{-1})^{-1}$ .

- 30 Ainsi, en notant  $e_i$  les vecteurs canoniques, on procède à l'itération suivante :

- initialisation :

$$P = B$$

- pour  $i$  variant de 0 à  $d$  (4 dans le cas présent) :

$$P = P - \frac{Pe_i (Pe_i)^h}{1 + e_i^h Pe_i}$$

P étant connu, il reste à établir la pondération  $X_p$  selon l'équation (4).

On remarquera que la matrice de pondération  $P$  n'est pas nécessairement calculée à l'occasion de chaque nouvelle séquence d'apprentissage émise. Elle peut être calculée à un rythme plus lent car elle varie sensiblement au même rythme que  $R'$  et donc plus lentement que le signal reçu  $S$ .

On remarquera également que l'estimation pondérée est réalisée sans avoir recours à la réponse impulsionnelle instantanée. Elle est produite directement à partir du signal reçu  $S$ .

Quelle que soit la variante retenue, c'est donc l'estimation pondérée  $X_p$  qui sera avantageusement utilisée comme estimation de la réponse impulsionnelle  $C_1$  pour la mise en oeuvre du procédé de sondage à pondération spatiale d'une voie de transmission, c'est-à-dire pour produire une ou plusieurs réponses impulsionnelles corrigées.



### REVENDEICATIONS

1) Procédé de sondage d'une voie de transmission formée de plusieurs canaux, ce procédé nécessitant une estimation de la réponse impulsionnelle ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) de ces canaux, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- acquisition d'une statistique spatiale de cette voie de transmission,
- établissement d'une réponse impulsionnelle corrigée ( $C'_1, C'_2, \dots, C'_n$ ) au moins par pondération desdites estimations de réponses impulsionnelles ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) au moyen de ladite statistique spatiale et d'une estimation du bruit additif ( $N_{01}, N_{02}, \dots, N_{0n}$ ) desdits canaux.

2) Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite statistique spatiale correspond à une estimation de la corrélation desdits canaux de transmission pris deux à deux.

3) Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que cette estimation de la corrélation des canaux de transmission prend la forme d'une matrice de corrélation spatiale ( $G$ ) ainsi définie que l'élément ( $g_{ij}$ ) figurant à la  $i$ ème ligne et à la  $j$ ème colonne soit obtenu par lissage du produit ( $C_i^H C_j$ ) de la transposée hermitienne de la réponse impulsionnelle estimée ( $C_i$ ) du  $i$ ème canal et de la réponse impulsionnelle estimée ( $C_j$ ) du  $j$ ème canal.

4) Procédé selon la revendication 3 caractérisé en ce que, un signal reçu  $S$  par un canal correspondant à une séquence d'apprentissage émise, en notant  $A$  la matrice de mesure associée à ladite séquence d'apprentissage, l'estimation du bruit additif ( $N_{01}$ ) de ce canal est obtenue par normalisation de l'énergie du vecteur ( $S - AC_1$ ).

5) Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite normalisation est suivie d'une étape de moyennage.

6) Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 5 caractérisé en ce que, une matrice de

bruit (N) étant formée à partir de l'estimation du bruit additif ( $N_{01}$ ,  $N_{02}$ , ...,  $N_{0n}$ ) des canaux, une matrice de pondération spatiale ( $G'$ ) étant ainsi définie à partir de ladite matrice de corrélation spatiale ( $G$ ) et de ladite

5 matrice de bruit :

$$G' = G (G + N)^{-1},$$

lesdites réponses impulsionnelles corrigées ( $C'_1$ ,  $C'_2$ , ...,  $C'_n$ ) sont obtenues par l'expression suivante :

$$\begin{pmatrix} C'_1{}^t \\ C'_2{}^t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ C'_n{}^t \end{pmatrix} = G' \begin{pmatrix} C_1{}^t \\ C_2{}^t \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ C_n{}^t \end{pmatrix}$$

10 7) Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que, avant l'établissement de ladite réponse impulsionnelle corrigée ( $C'_1$ ) d'un canal, le signal reçu ( $S$ ) par ce canal correspondant à une séquence d'apprentissage émise, il

15 comprend les étapes suivantes :

- acquisition d'une statistique temporelle de ce canal de transmission,
- établissement de l'estimation de la réponse impulsionnelle ( $C_1$ ) dudit canal, cette estimation ( $X_p$ ) étant pondérée par

20 la dite statistique temporelle du canal au moyen dudit signal reçu ( $S$ ).

8) Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite statistique temporelle correspond à une estimation de la covariance de ladite réponse

25 impulsionnelle.

9) Procédé selon la revendication 8 caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- lissage de ladite réponse impulsionnelle et orthonormalisation au moyen d'une matrice de transformation

30 W pour obtenir ladite estimation de la covariance qui prend alors la forme d'une matrice  $L'$ ,

- recherche des vecteurs propres ( $v_i'$ ) et valeurs propres ( $\lambda_i'$ ) associées de cette matrice  $L'$ ,
- estimation de la réponse impulsionnelle instantanée du canal à partir dudit signal reçu ( $S$ ) et application de cette
- 5 matrice de transformation  $W$  pour former un vecteur  $X'$ ,  
l'établissement de ladite estimation pondérée ( $X_p$ ) étant ainsi réalisée :

$$X_p = \sum \left( \frac{\lambda_i' - N_0}{\lambda_i'} (v_i'^h \cdot X') \right) W v_i'^h$$

où  $N_0$  est un nombre réel strictement positif représentant le  
10 bruit additif dudit canal.

10) Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit bruit additif ( $N_0$ ) est choisi égal à la plus petite desdites valeurs propres ( $\lambda_i'$ ).

11) Procédé selon l'une quelconque des revendications 9  
15 ou 10, caractérisé en ce qu'un sous-ensemble desdites valeurs propres ( $\lambda_i'$ ) présentant une contribution inférieure à un seuil prédéterminé, chacune de ces valeurs propres est forcée à la valeur dudit bruit additif ( $N_0$ ).

12) Procédé selon la revendication 8 caractérisé en  
20 ce que ladite estimation de la covariance prenant la forme d'une matrice  $R$ , en notant  $A$  la matrice de mesure associée à ladite séquence d'apprentissage, l'établissement de ladite estimation pondérée ( $X_p$ ) est ainsi réalisé :

$$X_p = (A^t A + N_0 R^{-1})^{-1} A^t \cdot S$$

25 où  $N_0$  est un réel strictement positif représentant le bruit additif dudit canal.

13) Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'il comprend une étape d'orthonormalisation de ladite matrice  $R$  au moyen d'une matrice de transformation  $W$   
30 pour obtenir une nouvelle matrice  $R'$ , cette estimation pondérée prenant alors la nouvelle forme suivante :

$$X_p = W^t (I + N_0 R'^{-1})^{-1} W^t A^t \cdot S$$

où la matrice  $A'$  est égale au produit de cette matrice de transformation  $W$  et de ladite matrice de mesure  $A$ .

14) Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'expression  $(I+N_0R'^{-1})^{-1}$  est calculée au moyen du lemme d'inversion matricielle.

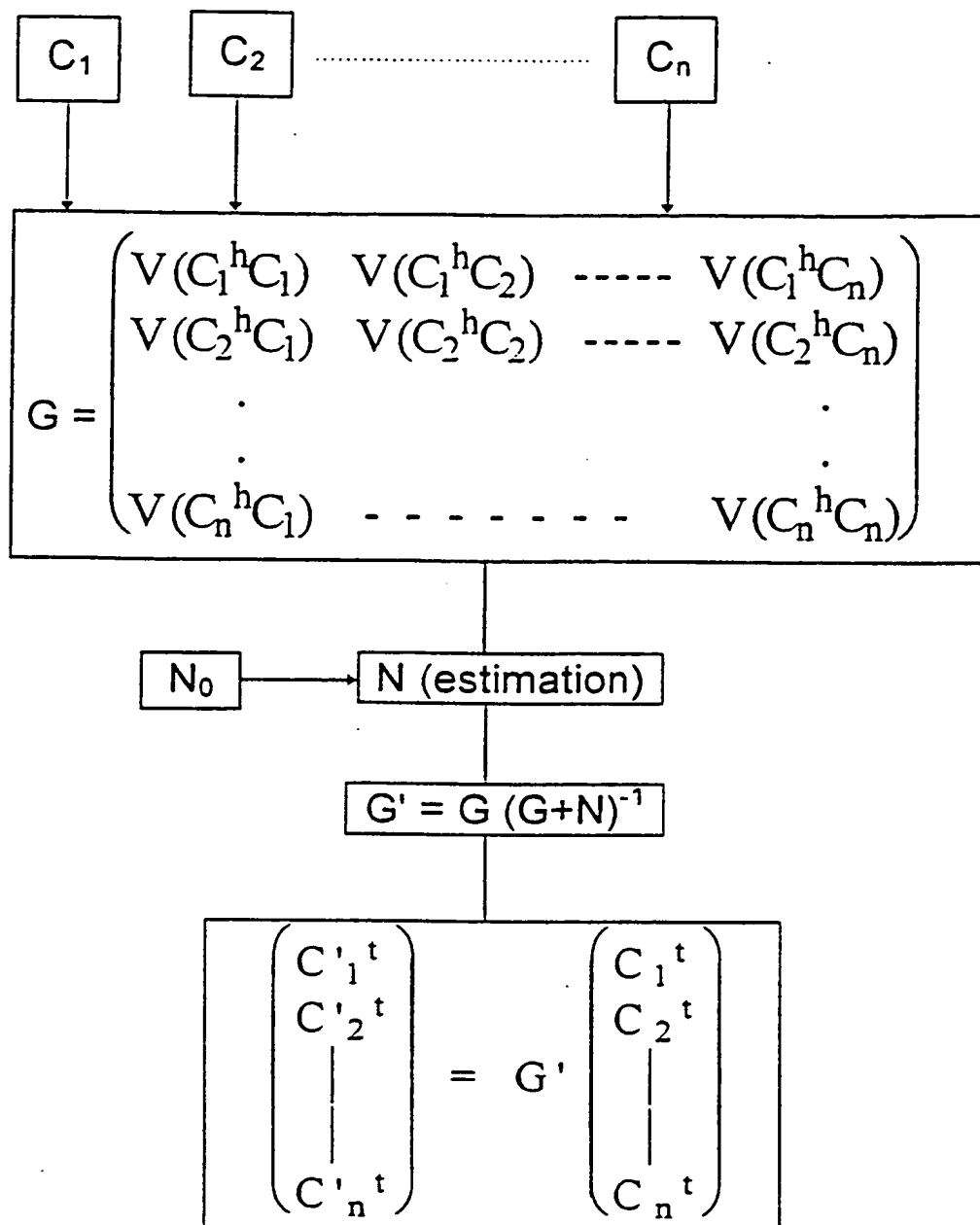


FIGURE 1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

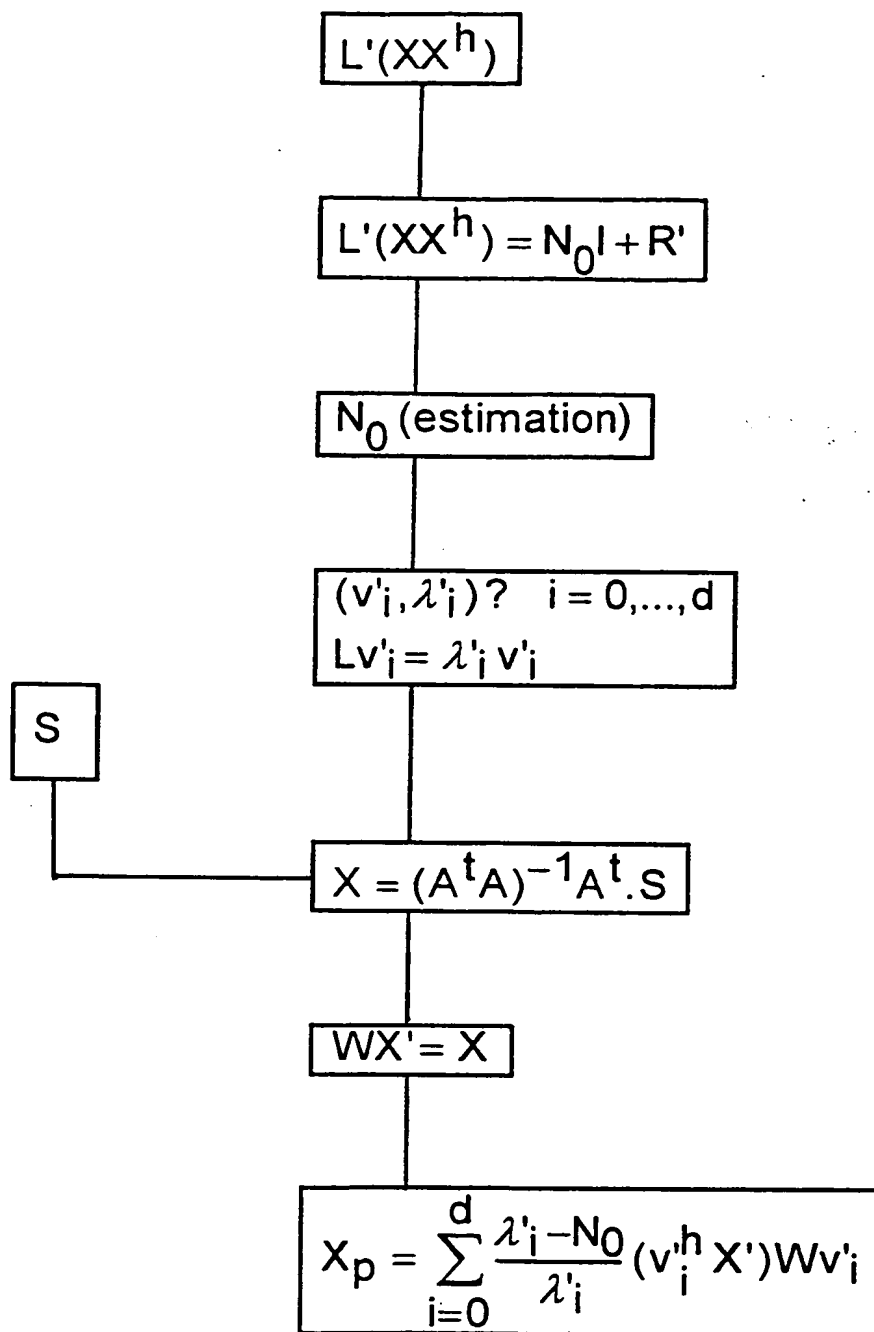


FIGURE 2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



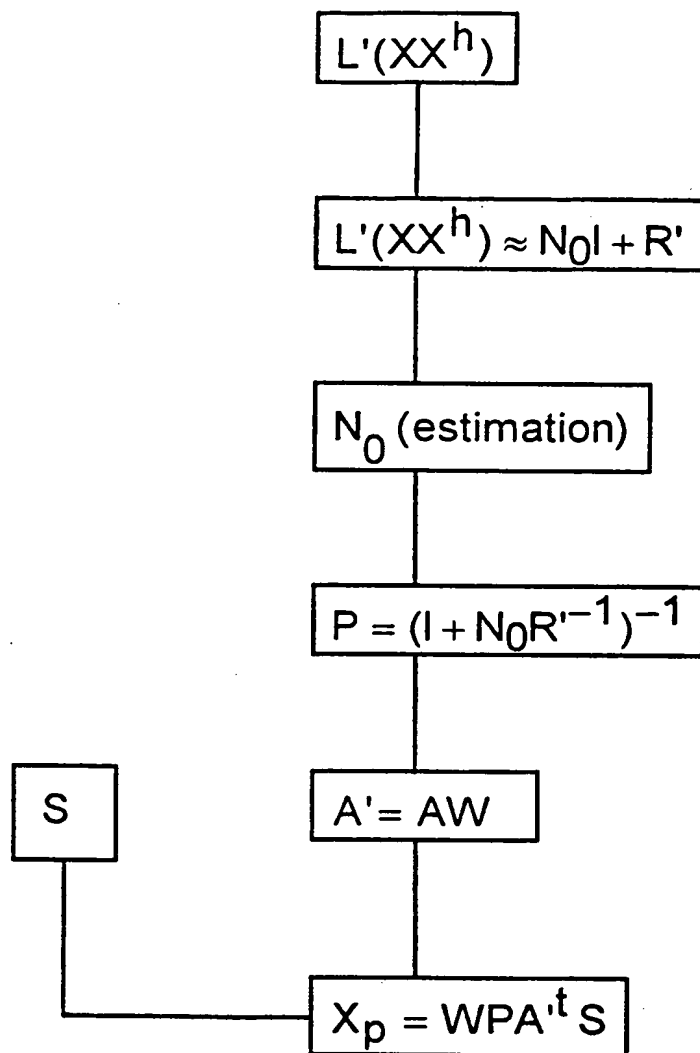


FIGURE 3

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 98/00735

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 6 H04B7/005 H04L25/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 669 729 A (THOMSON CSF) 30 August 1995 * abstract * see page 2, line 1 - line 14 see page 3, line 58 - page 5, line 1 see page 8, line 53 - page 9, line 20 see claim 1; figure 1 ---	1
A	US 5 479 446 A (MOUROT CHRISTOPHE) 26 December 1995 * abstract * see column 2, line 20 - line 39 see column 2, line 56 - column 4, line 32 see figure UNIQUE --- -/--	1

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 September 1998

Date of mailing of the international search report

29/09/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Lopez Marquez, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No  
PCT/FR 98/00735

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>EP 0 564 849 A (IBM) 13 October 1993</p> <p><b>* abstract *</b></p> <p>see page 6, line 19 - line 48</p> <p>see claim 1; figures 1,2</p> <p>-----</p>	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No  
PCT/FR 98/00735

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0669729 A	30-08-1995	FR 2716761 A	01-09-1995
US 5479446 A	26-12-1995	FR 2696604 A	08-04-1994
		CA 2107816 A	08-04-1994
		EP 0592294 A	13-04-1994
		FI 934359 A	08-04-1994
		JP 6224791 A	12-08-1994
EP 0564849 A	13-10-1993	US 5432816 A	11-07-1995
		JP 2677750 B	17-11-1997
		JP 6061877 A	04-03-1994

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Classification internationale No  
PCT/FR 98/00735

**A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE**  
CIB 6 H04B7/005 H04L25/03.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 6 H04B H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 669 729 A (THOMSON CSF) 30 août 1995 * abrégé * voir page 2, ligne 1 - ligne 14 voir page 3, ligne 58 - page 5, ligne 1 voir page 8, ligne 53 - page 9, ligne 20 voir revendication 1; figure 1 ---	1
A	US 5 479 446 A (MOUROT CHRISTOPHE) 26 décembre 1995 * abrégé * voir colonne 2, ligne 20 - ligne 39 voir colonne 2, ligne 56 - colonne 4, ligne 32 voir figure UNIQUE --- -/--	1

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 septembre 1998

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

29/09/1998

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Lopez Marquez, T

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Requête internationale No  
PCT/FR 98/00735

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>EP 0 564 849 A (IBM) 13 octobre 1993</p> <p>* abrégé *</p> <p>voir page 6, ligne 19 - ligne 48</p> <p>voir revendication 1; figures 1,2</p> <p>-----</p>	1



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Requête internationale No

PCT/FR 98/00735

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0669729 A	30-08-1995	FR 2716761 A	01-09-1995
US 5479446 A	26-12-1995	FR 2696604 A	08-04-1994
		CA 2107816 A	08-04-1994
		EP 0592294 A	13-04-1994
		FI 934359 A	08-04-1994
		JP 6224791 A	12-08-1994
EP 0564849 A	13-10-1993	US 5432816 A	11-07-1995
		JP 2677750 B	17-11-1997
		JP 6061877 A	04-03-1994

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**